

Microelectronics

Government
Publications

I
N
D
U
S
T
R
Y

P
R
O
F
I
L
E

CA1
IST 1
-1991
M31

3 1761 11764949 1



Industry, Science and
Technology Canada

Industrie, Sciences et
Technologie Canada

Business Service Centres / International Trade Centres

Industry, Science and Technology Canada (ISTC) and External Affairs and International Trade Canada (EAITC) have established information centres in regional offices across the country to provide clients with a gateway into the complete range of ISTC and EAITC services, information products, programs and expertise in industry and trade matters. For additional information, contact one of the offices listed below:

Newfoundland

Atlantic Place
Suite 504, 215 Water Street
P.O. Box 8950
ST. JOHN'S, Newfoundland
A1B 3R9
Tel.: (709) 772-ISTC
Fax: (709) 772-5093

Prince Edward Island

Confederation Court Mall
National Bank Tower
Suite 400, 134 Kent Street
P.O. Box 1115
CHARLOTTETOWN
Prince Edward Island
C1A 7M8
Tel.: (902) 566-7400
Fax: (902) 566-7450

Nova Scotia

Central Guaranty Trust Tower
5th Floor, 1801 Hollis Street
P.O. Box 940, Station M
HALIFAX, Nova Scotia
B3J 2V9
Tel.: (902) 426-ISTC
Fax: (902) 426-2624

New Brunswick

Assumption Place
12th Floor, 770 Main Street
P.O. Box 1210
MONCTON, New Brunswick
E1C 8P9
Tel.: (506) 857-ISTC
Fax: (506) 851-2384

Quebec

Suite 3800
800 Tour de la Place Victoria
P.O. Box 247
MONTREAL, Quebec
H4Z 1E8
Tel.: (514) 283-8185
1-800-361-5367
Fax: (514) 283-3302

Ontario

Dominion Public Building
4th Floor, 1 Front Street West
TORONTO, Ontario
M5J 1A4
Tel.: (416) 973-ISTC
Fax: (416) 973-8714

Manitoba

Newport Centre
8th Floor, 330 Portage Avenue
P.O. Box 981
WINNIPEG, Manitoba
R3C 2V2
Tel.: (204) 983-ISTC
Fax: (204) 983-2187

Saskatchewan

S.J. Cohen Building
Suite 401, 119 - 4th Avenue South
SASKATOON, Saskatchewan
S7K 5X2
Tel.: (306) 975-4400
Fax: (306) 975-5334

Alberta

Canada Place
Suite 540, 9700 Jasper Avenue
EDMONTON, Alberta
T5J 4C3
Tel.: (403) 495-ISTC
Fax: (403) 495-4507

Suite 1100, 510 - 5th Street S.W.
CALGARY, Alberta
T2P 3S2
Tel.: (403) 292-4575
Fax: (403) 292-4578

British Columbia

Scotia Tower
Suite 900, 650 West Georgia Street
P.O. Box 11610
VANCOUVER, British Columbia
V6B 5H8
Tel.: (604) 666-0266
Fax: (604) 666-0277

Yukon

Suite 210, 300 Main Street
WHITEHORSE, Yukon
Y1A 2B5
Tel.: (403) 667-3921
Fax: (403) 668-5003

Northwest Territories

Precambrian Building
10th Floor
P.O. Bag 6100
YELLOWKNIFE
Northwest Territories
X1A 2R3
Tel.: (403) 920-8568
Fax: (403) 873-6228

ISTC Headquarters

C.D. Howe Building
1st Floor, East Tower
235 Queen Street
OTTAWA, Ontario
K1A 0H5
Tel.: (613) 952-ISTC
Fax: (613) 957-7942

EAITC Headquarters

InfoExport
Lester B. Pearson Building
125 Sussex Drive
OTTAWA, Ontario
K1A 0G2
Tel.: (613) 993-6435
1-800-267-8376
Fax: (613) 996-9709

Publication Inquiries

For individual copies of ISTC or EAITC publications, contact your nearest Business Service Centre or International Trade Centre. For more than one copy, please contact:

For Industry Profiles:

Communications Branch
Industry, Science and Technology
Canada
Room 704D, 235 Queen Street
OTTAWA, Ontario
K1A 0H5
Tel.: (613) 954-4500
Fax: (613) 954-4499

For other ISTC publications:

Communications Branch
Industry, Science and Technology
Canada
Room 216E, 235 Queen Street
OTTAWA, Ontario
K1A 0H5
Tel.: (613) 954-5716
Fax: (613) 952-9620

For EAITC publications:

InfoExport
Lester B. Pearson Building
125 Sussex Drive
OTTAWA, Ontario
K1A 0G2
Tel.: (613) 993-6435
1-800-267-8376
Fax: (613) 996-9709

Canada

ISTC
- 1991
M31



I N D U S T R Y P R O F I L E

1990-1991

MICROELECTRONICS

FOREWORD

In a rapidly changing global trade environment, the international competitiveness of Canadian industry is the key to growth and prosperity. Promoting improved performance by Canadian firms in the global marketplace is a central element of the mandates of Industry, Science and Technology Canada and International Trade Canada. This Industry Profile is one of a series of papers in which Industry, Science and Technology Canada assesses, in a summary form, the current competitiveness of Canada's industrial sectors, taking into account technological, human resource and other critical factors. Industry, Science and Technology Canada and International Trade Canada assess the most recent changes in access to markets, including the implications of the Canada-U.S. Free Trade Agreement. Industry participants were consulted in the preparation of the profiles.

Ensuring that Canada remains prosperous over the next decade and into the next century is a challenge that affects us all. These profiles are intended to be informative and to serve as a basis for discussion of industrial prospects, strategic directions and the need for new approaches. This 1990-1991 series represents an updating and revision of the series published in 1988-1989. The Government will continue to update the series on a regular basis.

Michael H. Wilson
Minister of Industry, Science and Technology
and Minister for International Trade

Introduction

The Canadian information technologies (IT) industry sector consists of approximately 12 000 firms employing 287 000 people. Services and products from these companies are worth more than \$40.2 billion.¹ They produce nearly all types of sensing, data processing and communications hardware and software. They also provide consulting and other services related to computer use.

Companies in the IT sector use established and emerging technologies and generally operate on the leading edge of production techniques and product research and development (R&D).

The IT sector is of major strategic significance to Canada. Not only is it a prominent industrial sector in its own right, but also it acts as an enabling technology that has broad applications across the full spectrum of Canadian business activity. To more fully appreciate the impact of the

IT sector on the Canadian economy, consult all six of the IT profiles in this series:

- *Computer Services and Software*
- *Computers and Peripheral Equipment*
- *Consumer Electronics*
- *Instrumentation*
- *Microelectronics*
- *Telecommunications Equipment*

Background

The microelectronics industry in general encompasses the design, development, production, packaging and marketing of microelectronics components such as integrated semiconductor circuits, popularly known as ICs or chips. The most common material used to manufacture semiconductors is

¹Previously published Industry, Science and Technology Canada (ISTC) data do not include telecommunications carriers in the IT sector. Their inclusion now is a recognition of their important role in this sector.



silicon, although gallium arsenide (GaAs) and germanium are used for special applications.

A number of Canadian companies are engaged in the design and manufacture of a wide range of semiconductors. Some of these companies specialize in the design of integrated circuits. The products designed and developed in Canada include silicon bipolar integrated circuits, metal oxide silicon (MOS) chips, application-specific integrated circuits (ASICs), gallium arsenide devices and other compound semiconductor devices such as optical emitters and detectors.

The design of transistors and ICs for modern applications is increasingly complex and has, of necessity, moved beyond the capability of traditional manual drafting processes. Computer assistance is now required in the form of computer-aided design (CAD) technologies.

Structure and Performance

Structure

The microelectronics industry is the cornerstone of the IT sector and the core element underlying the competitiveness of a growing number of sectors of economic activity. Semiconductor devices are incorporated not only in traditional electronics equipment but also in ever-increasing numbers in a wide range of applications, from simple consumer products to sophisticated industrial systems. Advances in enabling technologies such as biotechnology, information technologies and space are critically dependent on advances in microelectronics. A well-developed microelectronics capability enhances an economy's traditional industrial strengths and drives development in emerging technologies. For all of these reasons, the microelectronics industry is of strategic importance to most national governments.

The Canadian microelectronics industry, with an output estimated at over half a billion dollars, constitutes a very small portion of the global semiconductor industry, estimated to have been worth about US\$63.6 billion in 1991.² The development and growth of the Canadian industry was spurred by the growth of Canada's communications industry three decades ago. A large portion of semiconductor production is destined for the in-house use of two vertically integrated telecommunications equipment companies. Northern Telecom's microelectronics operations supply the in-house needs of its parent and subsidiary companies. Mitel's production is for both internal use and commercial markets. In addition to these telecommunications players, IBM Canada has a world-class facility for

the packaging of integrated circuit products, and Gennum Corporation operates the only bipolar silicon fabrication facility in Canada. Excluding these companies, the rest of the Canadian industry is composed of approximately 30 smaller companies specializing in niche products or design services.

Approximately two-thirds of the value of Canada's production of chips is manufactured for in-house consumption. Of the remaining third, approximately 70 percent is exported. Most of the \$1.2 billion Canadian market is satisfied by imports.

Canadian microelectronics companies are located primarily in Ontario, Quebec, Alberta and British Columbia. Overall, the industry employs approximately 6 000 people across Canada.

Performance

Statistics Canada data for this industry are not currently provided in a sufficiently detailed form to allow for a meaningful assessment of the sector's historical performance. Working closely with the approximately 30 companies in this industry, Industry, Science and Technology Canada has been able to compile enough data to provide a snapshot of the industry's current performance.

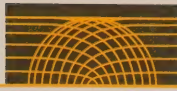
Microelectronics companies fall into two distinct categories: in-house (or captive) producers, who manufacture devices for use in their own products; and merchant producers, who sell their products on the open market.

Northern Telecom, IBM, Hewlett-Packard and AT&T are typical international systems manufacturers who develop and manufacture semiconductors for proprietary products. This relationship enables these companies to design devices to fit their particular needs, provide their products with unique competitive advantages and control costs. Their semiconductors are not normally manufactured for sale to other companies as independent items.

The open market is dominated by merchant producer companies that produce large quantities of undifferentiated or commodity-type chips that are used in a variety of products such as those produced by the consumer electronics and computer industries. Intel and Motorola of the United States as well as Fujitsu and NEC of Japan are examples of high-volume merchant producers.

In addition to the large manufacturers of mass-produced semiconductors, many smaller companies in the industry produce semiconductors for specialized niche markets. Although Canadian companies do not compete in the high-volume production of commodity-type semiconductors, Canadian companies do excel in a number of niche markets.

²Dataquest Incorporated, *Dataquest Perspective: Semiconductors Worldwide Products, Markets, and Technologies*, San Jose, California, 20 April 1992, page 9.



Most of the total global market for semiconductor devices is shared by Japanese companies, at approximately 50 percent, and U.S. companies, at approximately 40 percent.

The largest single market for semiconductors is the consumer market. One leading component of this market is the dynamic random access memory (DRAM) chip. For several reasons, chiefly Japan's leading technical and market position in the consumer electronics industry, Japan increased its market share to 70 percent of the merchant market during the 1980s, in particular with products such as the DRAM chip.

Another large application for semiconductors is in microprocessors, which are used in computer and telecommunications applications. The United States leads in this market.

Strengths and Weaknesses

Structural Factors

There are a number of constraints to growth inherent in the structure of the Canadian industry. First, the Canadian industry is mostly composed of small and medium-sized firms, which are at a competitive disadvantage because of the difficulties associated with financing rising R&D costs. Second, Japanese and U.S. companies have effective links to international industrial and academic research consortia, which provide access to technological knowledge and assist in the formation of strategic alliances. Few Canadian microelectronics companies have been successful at forging links to these international consortia. Third, some of the most successful Canadian companies have developed because of their vertical integration with large Canadian telecommunications companies. This structure creates strength in wide markets, but overall the industry remains fragmented.

Technological interdependence among firms in the microelectronics industry is a worldwide phenomenon of considerable and growing importance. Even large international companies faced with the high costs of developing new technologies are entering into joint R&D programs with their competitors. Agreements between major players such as Toshiba and Motorola, Hitachi and Texas Instruments, or IBM and Siemens to jointly develop memory devices are indicators of this trend. On another level, design houses are developing links to fabrication houses with expensive facilities equipment.

Canadian companies are beginning to position themselves to overcome the disadvantages they face because of their small size and their lack of corporate ties to major systems producers. For example, a number of companies have joined together to create the Strategic Microelectronics Consortium (SMC), with the objective of sharing the costs

and risks of developing new microelectronics technology, applications and markets. The consortium hopes to build on existing strengths, such as Canada's excellent design houses. As well, the industry-led Solid State Optoelectronics Consortium of Canada (SSOC) was established in 1989 to help create a Canadian capability in optoelectronics research and to establish the environment and infrastructure necessary to achieve economic leadership in that technology.

Trade-Related Factors

There are few tariff barriers to trade affecting this industry. Europe and Japan each levy a tariff of 4 percent on hybrid integrated circuits imported from countries having Most Favoured Nation (MFN) status if they are to be used in equipment other than computers. Microelectronics imported for use in computers are duty-free from any source. Canadian and U.S. MFN tariffs on microelectronics products are generally free to 4 percent. The Canada-U.S. Free Trade Agreement (FTA) removed the remaining tariffs on trade in this sector between the two participants as of its implementation on 1 January 1989.

Governments around the world view the fast-growing microelectronics industry as a key to industrial development, and they nurture this industry by providing strategic assistance, including programs to establish co-operative consortia to support product and market development. Companies and governments will remain highly sensitive to import penetration, particularly if trade imbalances occur. However, as businesses become more international, the demand for compatible and high-quality technology will increase and the pressures to remove artificial barriers to trade will continue.

Technological Factors

The Canadian microelectronics industry requires access to leading-edge technologies. The devices it designs, develops and produces have components requiring dimensional accuracy in the submicron range. The semiconductor industry requires resources skilled in a broad range of fields, including physics, chemistry, electrical engineering and material sciences. Advances in chip design are characterized by sophisticated manufacturing processes, supported by computer-aided design and clean-air laboratories. The human resources and facilities needed to compete are expensive.

Current R&D in Canada includes the use of gallium arsenide. In chip evolution, it appears that silicon will remain the dominant semiconductor material, although gallium arsenide will gain market share where speed, integrated electronics and optical functions are critical. Gallium arsenide chips use less power and have faster speed than silicon, but they are more expensive and more difficult to make.



Another factor of significance to the Canadian industry is the trend toward more advanced packaging techniques. Advanced packaging techniques, such as the Multichip Module Technology, are becoming all the more critical as the complexity of ICs increases. The standard techniques used by the industry in the past no longer suffice for applications where high performance and/or high density is crucial.

Most Canadian microelectronics companies have prototype assembly facilities to assemble their proprietary products. Only a few small optoelectronics companies assemble a large portion of their products in-house in custom-designed packages. In the area of the packaging of optoelectronics and very high frequency electronics devices, the main skill base is Northern Telecom.

Companies need to have extensive test capabilities using sophisticated and stringent techniques to ensure they can bring a high-quality product to the marketplace. Quality standards improve each year, and zero tolerance for defects in shipped products is becoming a standard for some suppliers.

Technological development of the industry is supported in Canada by the SMC and a number of regional microelectronics centres: the Applied Microelectronics Institute in Halifax, Nova Scotia, CADMI Microelectronics in Fredericton and Moncton, New Brunswick, La Société de Microélectronique Industrielle de Sherbrooke (SMIS) in Quebec, and the Alberta Microelectronic Centre in Edmonton, Alberta. The Canadian Microelectronics Corporation, based at Queen's University in Kingston, Ontario, is a co-operative effort between the university research community and the industry. In addition to these research organizations, the Canadian Semiconductor Design Association (CSDA) and the SSOC are industry-led organizations that foster co-operative research among member companies.

Rapidly increasing R&D and capital development costs, coupled with a dramatic increase in competition, continue to put pressures on North American designers and producers. A number of major government-funded R&D programs and organizations have been formed to attempt to counteract the Japanese dominance in the market for commodity-type memory chips. The European Community (EC) has the JESSI (Joint European Submicron Silicon Initiative) program and ESPRIT (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technologies). In the United States, there is SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology), MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation), SRC (Semiconductor Research Corporation) and SIA (Semiconductor Industry Association). Other efforts include the establishment of research centres and trade-related measures, including the U.S.-Japan Semiconductor Arrangement concerning trade in semiconductors, to assist

foreign sales into Japan and prevent any dumping of specific semiconductor devices exported by Japan.

Evolving Environment

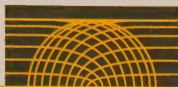
Application-specific integrated circuits are ICs that are tailor-made to customer specifications and range from full custom to semi-custom devices. The ASIC market made up 17 percent of the global semiconductor market in the late 1980s. This share is expected to have risen to 25 percent by the early 1990s. ASICs can provide major cost and performance advantages over the off-the-shelf commodity-type products. Design capability, software generation and testing capabilities become crucial competitive factors. Companies with strength in these areas should be able to build on this strength to continue to design innovative products in areas such as custom and semi-custom microprocessors, non-volatile memories, peripheral chips and telecommunications signal processors. Even small design houses without in-house fabrication capability can enter this market successfully. Specialist skills, the ability to link chip and systems design, state-of-the-art software tools, control over intellectual property as well as access and links to one or more fabrication houses allow successful companies to exploit this market segment.

Large companies with huge facilities geared to mass production of a single product generally find it costly to reset the production line to make a few thousand chips. ASICs are more suited to smaller fabrication houses geared to a more flexible manufacturing process. ASICs are one area where smaller and newer semiconductor companies, a profile that fits a number of Canadian companies, can excel.

The current development of the industry has been toward a greater degree of specialization, increased levels of collaboration, international co-operation and integration among larger firms. As ICs increase in complexity, the lines between components, subsystems and systems become blurred. Microelectronics can no longer be considered as merely a components industry. The application of microelectronics is increasingly integrating the delivery of system design, circuit design and market product.

The factors driving global microelectronics include the rapid technological progress, the costs of product development and the growth in the demand for specialized products. In addition, the industry is characterized by the formation of large competitive trading blocs in Europe, North America and the Far East as well as the proliferation of cross-border alliances, mergers and acquisitions.

In Canada, the telecommunications and defence sectors have traditionally been the main driving forces behind



microelectronics development. The industry is also driven by computer, consumer electronics and industrial applications.

In general, the trend is toward technology networks, partnerships between companies and research organizations linked through partnership agreements, joint ventures and consortia. More specifically, technological interdependence, links to "systems" suppliers and the growth of the ASIC market are the main trends in the microelectronics industry. As well, opportunities may exist for Canadian industry outside the telecommunications market and within other traditional and emerging sectors of the economy.

Competitiveness Assessment

Canada's microelectronics industry faces challenges from larger, industrialized countries such as the United States and Japan, which are investing vast sums of money in the development of microelectronics technology. These countries have large semiconductor companies with state-of-the-art, high-volume production facilities. As well, newly industrialized countries such as the Republic of Korea are also contributing to the global competition.

The fastest-growing segment of the industry is the production of specialized products. Although its companies are relatively small, the Canadian industry has an advantage in this market, which relies on strong capabilities in design and which does not require the development of large and expensive fabrication facilities. Several Canadian companies possess state-of-the-art technology in specific niche markets.

The Canadian industry is not equipped to compete with the United States and Japan in the high-volume production of chips. However, its strength in design, combined with continued growth in certain niche markets, could provide it with relative strength in global microelectronics markets.

For further information concerning the subject matter contained in this profile, contact

Information Technologies Industry Branch
Industry, Science and Technology Canada
Attention: Microelectronics
235 Queen Street
OTTAWA, Ontario
K1A 0H5
Tel.: (613) 952-8417
Fax: (613) 952-8419



INDUSTRY ASSOCIATIONS

Canadian Semiconductor Design Association (CSDA)

Suite 400, 340 March Road

KANATA, Ontario

K2K 2E4

Tel.: (613) 592-1470

Fax: (613) 592-8163

Solid State Optoelectronics Consortium of Canada (SSOC)

Suite 400, 340 March Road

KANATA, Ontario

K2K 2E4

Tel.: (613) 993-1506

Fax: (613) 957-8734

Strategic Microelectronics Consortium (SMC)

Suite 500, 300 March Road

KANATA, Ontario

K2K 2E2

Tel.: (613) 592-8155

Fax: (613) 592-2093

Printed on paper containing recycled fibres.





Imprimé sur du papier contenant des fibres recyclées.

ASSOCIATIONS DE L'INDUSTRIE

Association canadienne de dessin semiconducteur

340, chemin March, bureau 400

KANATA (Ontario)

K2K 2E4

Tél. : (613) 592-1470

Télicopieur : (613) 592-8163

Solid State Optoelectronics Consortium of Canada (SSOC)

340, chemin March, bureau 400

KANATA (Ontario)

K2K 2E4

Tél. : (613) 993-1506

Télicopieur : (613) 957-8734

Consortium stratégique en microélectronique

300, chemin March, bureau 500

KANATA (Ontario)

K2K 2E4

Tél. : (613) 592-8155

Télicopieur : (613) 592-2093



Évaluation de la compétitivité

Les grands pays industrialisés, comme les États-Unis et le Japon, qui investissent massivement dans la mise au point de la technologie microélectronique livrent une vive concurrence à l'industrie canadienne de la microélectronique. On y trouve de grands fabricants disposant d'installations de pointe destinées à la production en série de semi-conducteurs. Certains pays nouvellement industrialisés, comme la République de Corée, contribuent également à aviver la concurrence à l'échelle mondiale.

Dans le domaine de la microélectronique, la fabrication de produits spécialisés enregistre la plus forte croissance. Bien que relativement petites, les entreprises canadiennes possèdent un avantage sur ce marché qui repose davantage sur la conception du produit que la construction de grandes installations de fabrication coûteuses. Plusieurs entreprises canadiennes sont à la fine pointe de la technologie dans certains créneaux du marché.

L'industrie canadienne de la microélectronique n'est pas en mesure de soutenir la concurrence des États-Unis et du Japon dans la production de puces en série. Toutefois, ses compétences en matière de conception, conjuguées à une croissance soutenue dans certains créneaux, représentent une certaine force sur le marché mondial de la microélectronique.

Pour plus de renseignements sur ce dossier, s'adresser à la

Direction générale de l'industrie des technologies de l'information
Industrie, Sciences et Technologie Canada
Objet : Microélectronique
235, rue Queen
OTTAWA (Ontario)
K1A 0H5
Téléphone : (613) 952-8417
Télécopieur : (613) 952-8419

personnalisés et semi-personnalisés, des mémoires rémanentes, des puces servant à l'exploitation des périphériques et des unités de traitement des signaux de télécommunications. Même les petites maisons spécialisées dans la conception et n'ayant pas d'installations de fabrication peuvent réussir sur ce marché. Elles doivent toutefois satisfaire certaines conditions, soit posséder des compétences spécialisées, concevoir des puces en fonction des systèmes, disposer d'outils logiciels de pointe, détenir la propriété de leurs inventions, avoir accès aux services de un ou de plusieurs fabricants avec qui elles entretiennent des liens étroits.

Il n'est pas rentable pour une grande entreprise qui exploite d'immenses installations de fabrication en série d'un seul produit de modifier sa chaîne de montage pour fabriquer un petit lot de quelques milliers de puces à la fois. C'est pour-quoi les petits entrepreneurs sont mieux placés pour produire des circuits ASIC, car leurs procédés de fabrication sont plus souples. Il s'agit donc d'un sous-secteur où les petites et les nouvelles entreprises ont toutes les chances d'exceller.

Une spécialisation encore plus poussée, une collaboration plus étroite entre les entreprises de même que la coopération internationale et l'intégration des grandes sociétés caractérisent actuellement cette industrie. Plus les circuits intégrés deviennent complexes, plus il est difficile de délimiter la frontière entre composants, sous-systèmes et systèmes. La microélectronique n'est certes plus une simple industrie de composants. De plus en plus, la microélectronique englobe la conception de circuits et de systèmes ainsi que la commercialisation des produits.

L'évolution rapide de la technologie, le coût élevé de la mise au point du produit et la demande accrue de produits spécialisés sont les principaux facteurs qui influent sur l'industrie mondiale de la microélectronique. Mentionnons enfin la formation de grands blocs commerciaux en Europe, en Amérique du Nord et en Extrême-Orient ainsi que la prolifération de regroupements, de fusions et d'acquisitions outre-frontière. Au Canada, le secteur des télécommunications et celui de la défense ont de tout temps stimulé l'essor de l'industrie de la microélectronique. À cela s'ajoutent les applications informatiques, industrielles et grand public.

En règle générale, on observe une tendance vers la création de réseaux d'échange de technologie et de collaboration entre les entreprises et les centres de recherche, par la voie de partenariats, d'entreprises en participation ou de consortiums. De façon plus précise, l'industrie de la microélectronique est marquée par l'interdépendance technique, les liens avec les fournisseurs de systèmes et la croissance du marché des circuits ASIC. Outre le secteur des télécommunications, d'autres débouchés s'offrent à l'industrie canadienne, tant au sein d'entreprises de longue date que d'industries de pointe.





Facteurs technologiques

L'accès aux techniques de pointe est vital pour l'industrie canadienne de la microélectronique. Les dimensions des composants des produits conçus, mis au point et fabriqués par les entreprises doivent être d'une précision sub-micronique. L'industrie des semi-conducteurs doit pouvoir compter sur les compétences d'une main-d'œuvre spécialisée dans de nombreux domaines, dont la physique, la chimie, le génie électrique et le génie des matériaux. En raison des importants progrès enregistrés dans la conception assistée par ordinateur des circuits intégrés, les procédés de fabrication de pointe, de CAD et en salle blanche sont encore plus complexes. Pour être compétitives, les sociétés doivent investir massivement aux postes des ressources humaines et des installations.

Les travaux actuels de R.-D. au Canada portent entre autres sur l'utilisation de l'arsénure de gallium. Tout porte à croire qu'au fil des ans le silicium demeurera le matériau semi-conducteur le plus utilisé, tandis que l'arsénure de gallium tendra à s'imposer dans les créniaux où la vitesse et l'intégration des fonctions électroniques et optiques sont des facteurs cruciaux. Les puces à l'arsénure de gallium consomment moins d'énergie et transmettent l'information plus rapidement que les puces au silicium, mais elles sont plus coûteuses et plus complexes à fabriquer.

Autre facteur important pour l'industrie canadienne, les percées dans le domaine de la mise en boîtier, notamment la technologie du boîtier multipu, tendent à s'implanter en raison de la demande de circuits imprimés plus complexes. Les procédés standard qu'utilise l'industrie depuis plusieurs années se révèlent aujourd'hui désuets pour les applications qui exigent de grandes performances et une densité élevée. La plupart des entreprises canadiennes de microélectronique disposent d'installations pour le montage des prototypes de leurs propres produits. Seules quelques petites sociétés d'optoélectronique assemblent elles-mêmes la majorité de leurs produits dans des boîtiers fabriqués sur mesure. Pour la mise en boîtier de dispositifs optoélectroniques et de dispositifs électroniques à très haute fréquence, Northern Telecom possède les compétences de base.

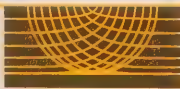
Avant de lancer sur le marché des produits de qualité supérieure, les entreprises doivent disposer de laboratoires d'essai et appliquer des méthodes complexes et rigoureuses. Les normes de qualité s'élèvent d'année en année, et la norme « zéro défaut » est de plus en plus courante chez certains fournisseurs.

Au Canada, le Consortium stratégique en microélectronique veille à l'essor technologique de l'industrie; c'est le cas également des centres régionaux suivants : Applied Microelectronics Institute de Halifax en Nouvelle-Écosse, CADMI Microélectronique à Fredericton au Nouveau-

Évolution du milieu

Brunswick, la Société de microélectronique industrielle de Sherbrooke (SMIS) au Québec et l'Alberta Microelectronic Centre d'Edmonton en Alberta. La Société canadienne de microélectronique, établie à l'université Queen's de Kingston en Ontario, est née de la coopération entre le milieu de la recherche universitaire et l'industrie. Outre ces centres de recherche, l'Association canadienne de dessin semi-conducteur et le Consortium canadien sur l'optoélectronique de l'état solide sont des organismes industriels qui encouragent les projets communs de recherche parmi leurs membres. Les coûts croissants de la R.-D. et des dépenses en capital, conjugués à l'intensification marquée de la concurrence, ne cessent d'accroître les pressions exercées sur les entreprises nord-américaines spécialisées dans la conception et la fabrication de produits microélectroniques. Plusieurs grands programmes et organismes publics de R.-D. ont été créés afin de tenter de faire échec à la suprématie du Japon sur le marché des puces mémoire utilisées dans les produits de consommation courante. Dans la Communauté européenne, ce rôle est confié au programme JESSI (Joint European Submicron Silicon Initiative) et au Programme européen de recherche et développement dans le domaine des technologies de l'information (ESPRIT). Aux États-Unis, on trouve les programmes SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology), MCG (Microelectronics and Computer Technology) et SIA (Semiconductor Industry Association). Mentionnons également l'établissement de centres de recherche ainsi que les dispositions en vue de favoriser le commerce, dont l'entente conclue entre les États-Unis et le Japon sur le commerce des semi-conducteurs pour intensifier les exportations vers le Japon et empêcher le dumping par le Japon de certains composants de semi-conducteurs.

Les circuits ASIC sont des circuits intégrés fabriqués sur commande en tout ou en partie selon les spécifications des clients. La part du marché des circuits ASIC, qui était de 17 % du marché mondial des semi-conducteurs à la fin des années 1980, s'élevait à environ 25 % au début des années 1990. Les circuits ASIC possèdent de grands avantages sur les produits standard, aussi bien sur le plan des coûts que celui du rendement. Les ressources en matière de conception, de programmation et de mise à l'essai sont des facteurs clés de la compétitivité des fabricants. Les sociétés capables de miser sur les compétences qu'elles possèdent à ce chapitre devraient être en mesure de concevoir d'autres produits novateurs, notamment dans le domaine des microprocesseurs.



et Texas Instruments, IBM et Siemens pour améliorer cartes et puces mémoire relient cette tendance. Par ailleurs, des sociétés spécialisées en conception s'unissent à des fabricants disposant de coûteuses installations.

Face aux inconvénients qu'entraînent leur faible envergure et le manque de liens avec les grands fabricants de systèmes, les entreprises canadiennes sont passées à l'action. En effet, bon nombre d'entre elles se sont réunies pour créer le Consortium stratégique en microélectronique, dans le but de partager les coûts et les risques liés au développement de techniques et d'applications microélectroniques de pointe et de trouver de nouveaux marchés. Le Consortium mise sur les forces de l'industrie canadienne, notamment les excellentes maisons spécialisées dans la conception. Mentionnons en outre que l'industrie a fondé en 1989 le Solid State Optoelectronics Consortium of Canada afin d'encourager l'ouverture de laboratoires de recherche en optoélectronique et de créer le climat et l'infrastructure nécessaires pour que le Canada soit un chef de file dans cette technologie.

Facteurs liés au commerce

Il y a peu de barrières tarifaires au commerce au sein de cette industrie. L'Europe et le Japon imposent un tarif de 4 % sur les circuits intégrés hybrides qui ne seront pas insérés dans du matériel informatique et qui sont importés de pays jouissant du traitement de la nation la plus favorisée. De même, les composants microélectroniques importés, destinés à être incorporés à des ordinateurs, sont exempts de droits de douane, quel que soit leur pays d'origine. Les tarifs de la nation la plus favorisée imposés par le Canada et les États-Unis varient généralement de 0 à 4 %. Par suite de l'entrée en vigueur de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis, le 1^{er} janvier 1989, tous les autres tarifs régissant le commerce de produits microélectroniques entre ces deux pays ont été éliminés.

Partout dans le monde, les gouvernements considèrent cette industrie en plein essor comme une des clés de l'expansion industrielle de leur pays et lui accordent une aide stratégique, notamment par des programmes visant la création de consortiums pour stimuler la mise au point de produits et le développement des marchés. Entreprises et gouvernements demeureront très sensibles au mouvement des importations, en particulier lorsqu'elles entraînent un déséquilibre de la balance commerciale. Toutefois, la mondialisation des marchés entraînera sans doute une plus forte demande dans le secteur des techniques compatibles et fiables, favorisant ainsi la suppression des barrières commerciales artificielles.

Forces et faiblesses

Facteurs structurels

Certains obstacles à la croissance sont inhérents à la structure même de l'industrie canadienne de la microélectronique. Premièrement, celle-ci est principalement composée de petites et moyennes entreprises qui ne peuvent affronter la concurrence en raison des difficultés de financement de la R.-D., dont les coûts ne cessent d'augmenter. Deuxièmement, les entreprises japonaises et américaines ont noué de solides relations avec des groupes internationaux de recherche industrielle ou universitaire et profitent ainsi de l'échange de la technologie et de la création de regroupements stratégiques qui en découlent. Peu d'entreprises au Canada ont réussi à établir des liens avec ces groupes. Troisièmement, certaines entreprises canadiennes prospères doivent leur croissance à leur intégration verticale à de grandes sociétés du secteur canadien des télécommunications, ce qui leur a donné une force sur de vastes marchés. Dans l'ensemble, l'industrie de la microélectronique au pays demeure morcelée.

L'échange de la technologie entre les entreprises spécialisées dans le domaine de la microélectronique est un phénomène mondial important qui prend de l'ampleur. Face aux coûts élevés pour mettre au point de nouvelles techniques, même les grandes sociétés s'associent avec leurs concurrents pour réaliser des programmes communs de R.-D. Les ententes conclues entre des géants comme Toshiba et Motorola, Hitachi

Par ailleurs, le secteur compte plusieurs petites entreprises qui fabriquent des semi-conducteurs pour certains créneaux du marché. Bien qu'elles ne soient pas concurrentielles dans la fabrication en série de semi-conducteurs servant à plusieurs applications courantes, des entreprises canadiennes excellent dans bon nombre de ces créneaux.

Le Japon domine le marché des semi-conducteurs, sa part du marché mondial s'élevant à environ 50 % tandis que celle des entreprises américaines se chiffre à quelque 40 %.

Le principal débouché des fabricants de semi-conducteurs est le marché des produits de consommation courante, notamment avec circuit intégré à mémoire vive dynamique (DRAM). En raison principalement de sa suprématie commerciale et technique sur le marché mondial de l'électronique grand public, le Japon a vu sa part du marché passer à 70 % durant les années 1980, surtout dans le cas de produits avec circuit intégré DRAM.

Les États-Unis dominent le marché des microprocesseurs et ses nombreuses applications dans les secteurs de l'informatique et des télécommunications, soit le deuxième débouché en importance des semi-conducteurs.

propres besoins et ceux de sa société mère et de ses filiales. Pour sa part, Mittel fabrique des produits destinés à son usage personnel et à la vente. À ces principaux joueurs du secteur des télécommunications s'ajoutent IBM Canada, qui possède une usine mondialement reconnue dans le domaine de la mise en boîtier de produits à circuits intégrés, et Gennum Corporation, qui exploite la seule usine canadienne de fabrication de silicium pour circuits bipolaires. Outre ces grandes sociétés, l'industrie canadienne compte une trentaine de petites entreprises occupant divers créneaux dans les domaines de la conception et de la fabrication de produits. Environ les deux tiers de la production canadienne de circuits intégrés visent à répondre aux besoins internes des fabricants. Du tiers restant, quelque 70 % sont exportés. Les importations répondent à la plupart de la demande sur le marché canadien, évalué à 1,2 milliard de dollars. Les sociétés canadiennes de microélectronique sont installées surtout en Ontario, au Québec, en Alberta et en Colombie-Britannique. Elles emploient environ 6 000 personnes dans tout le pays.

Rendement

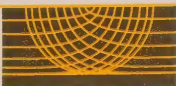
Les données actuelles de Statistique Canada sur l'industrie de la microélectronique ne sont pas suffisamment détaillées pour permettre d'en évaluer de façon précise le rendement au fil des ans. En étroite collaboration avec une trentaine d'entreprises spécialisées dans ce domaine, Industrie, Sciences et Technologies Canada a pu recueillir suffisamment de données pour donner un aperçu du rendement actuel de cette industrie. On peut classer les entreprises qui la composent en deux catégories distinctes : les fabricants de composants utilisés dans leurs propres produits, et ceux offrant leurs produits sur le marché libre. Northern Telecom, IBM, Hewlett Packard et AT&T sont caractéristiques des grandes sociétés internationales qui mettent au point et fabriquent des semi-conducteurs intégrés à des produits ou à des systèmes maison. Ces sociétés conçoivent ainsi des produits adaptés à leurs besoins et dotés de certains avantages concurrentiels tout en contrôlant leurs coûts. En général, elles ne vendent pas ces semi-conducteurs à d'autres entreprises à titre de composants. Le marché libre est dominé par de grandes sociétés qui fabriquent en série des puces standard utilisées dans une foule de produits électroniques et informatiques de consommation courante. Citons entre autres les sociétés Intel et Motorola, toutes deux des États-Unis, de même que Fujitsu et NEC, du Japon.

Structure et rendement

Structure

L'industrie de la microélectronique joue un rôle de premier plan au sein du secteur de la technologie de l'information et elle est au cœur même de la compétitivité d'un nombre sans cesse croissant de secteurs économiques. Les semi-conducteurs font partie intégrante du matériel électronique courant et on les retrouve dans un nombre sans cesse grandissant d'applications, qu'il s'agisse des composants de simples produits de consommation ou de systèmes industriels de pointe. Les percées dans certains domaines, comme la biotechnologie, la technologie de l'information et l'aérospatiale, sont intimement liées aux progrès de la microélectronique. Le dynamisme de cette industrie permet de consolider l'assise industrielle d'un pays et favorise l'essor d'une industrie de pointe. Dans la plupart des pays, la microélectronique revêt donc une importance stratégique. La valeur de la production de l'industrie canadienne de la microélectronique s'élève à un peu plus de 500 millions de dollars, soit un très faible pourcentage de la production mondiale de semi-conducteurs, qui se chiffrait à quelque 63,6 milliards US en 1991². Il faut surtout attribuer la croissance et les progrès enregistrés par l'industrie canadienne à l'essor du secteur canadien des télécommunications il y a une trentaine d'années. La production de semi-conducteurs au pays répond principalement aux besoins internes de deux grandes entreprises de télécommunications à intégration verticale. Ainsi, les activités de Northern Telecom dans le domaine de la microélectronique visent-elles à satisfaire ses

fabrication des semi-conducteurs, l'arsénure de gallium et le germanium servent aussi à des applications particulières. Bon nombre d'entreprises canadiennes conçoivent et fabriquent une grande variété de semi-conducteurs. Certaines d'entre elles se spécialisent dans la conception de circuits intégrés. Au nombre des produits conçus et fabriqués au Canada, citons les circuits intégrés bipolaires au silicium, les circuits de silicium MOS (métal/oxyde/semi-conducteurs), les circuits intégrés spécifiques (ASIC) ainsi que les composants à l'arsénure de gallium ou à semi-conducteurs composites, comme les émetteurs et les détecteurs optiques. Les anciennes techniques manuelles ne permettant pas de concevoir les transistors et les circuits intégrés de pointe que l'on exige sur le marché à l'heure actuelle, les entreprises se tournent donc vers la conception assistée par ordinateur.




MICROÉLECTRONIQUE

AVANT-PROPOS

Etant donné l'évolution rapide du commerce international, l'industrie canadienne doit pouvoir soutenir la concurrence si elle veut connaître la croissance et la prospérité. Favoriser l'amélioration du rendement de nos entreprises sur les marchés du monde est un élément fondamental des mandats confiés à l'industrie, Sciences et Technologie Canada et à Commerce extérieur Canada. Le profil présenté dans ces pages fait partie d'une série de documents grâce auxquels Industrie, Sciences et Technologie Canada procède à l'évaluation sommaire de la position concurrentielle des secteurs industriels canadiens, en tenant compte de la technologie, des ressources humaines et de divers autres facteurs critiques. Les évaluations d'Industrie, Sciences et Technologie Canada et de Commerce extérieur Canada tiennent compte des nouvelles conditions d'accès aux marchés de même que des répercussions de l'Accord de libre-échange entre le Canada et les États-Unis. Pour préparer ces profils, le Ministère a consulté des représentants du secteur privé.

Veiller à ce que tout le Canada demeure prospère durant l'actuelle décennie et à l'orée du vingt et unième siècle, tel est le défi qui nous sollicite. Ces profils, qui sont conçus comme des documents d'information, seront à la base de discussions solides sur les projections, les stratégies et les approches à adopter dans le monde de l'industrie. La série 1990-1991 constitue une version revue et corrigée de la version parue en 1988-1989. Le gouvernement se chargera de la mise à jour régulière de cette série de documents.


Michael H. Wilson
Ministre de l'Industrie, des Sciences et de la Technologie
et ministre du Commerce extérieur

Introduction

Le secteur canadien de la technologie de l'information regroupe environ 12 000 entreprises employant 287 000 personnes et offrant produits et services d'une valeur de plus de 40,2 milliards de dollars¹. Ces entreprises produisent une gamme presque complète de matériel informatique et de logiciels servant à l'analyse, au traitement et à la communication de données. Elles offrent en outre aux utilisateurs divers services de conseil ou autres.

Les entreprises du secteur utilisent aussi bien les techniques éprouvées que nouvelles et leurs activités de production et de recherche-développement (R-D) du produit sont généralement à la fine pointe de la technologie.

D'une importance stratégique pour le Canada, le secteur est en outre un véritable moteur de l'activité économique à tous les niveaux. Pour avoir une meilleure idée du rôle de ce secteur dans l'économie canadienne, consulter les six fascicules du profil de cette industrie, soit :

Contexte

L'industrie de la microélectronique regroupe les entreprises spécialisées entre autres dans la conception, la mise au point, la fabrication, la mise en boîtier et la commercialisation de composants microélectroniques, comme les circuits intégrés à semi-conducteurs, communément appelés CI ou puces électroniques. L'on utilise principalement le silicium pour la

- Électronique grand public
- Instruments
- Matériel de télécommunications
- Microélectronique
- Ordinateurs et unité périphérique
- Services informatiques et logiciels

¹ Dans les publications antérieures d'Industrie, Sciences et Technologie Canada, les données sur le secteur de la technologie de l'information ne comprenaient pas celles sur les entreprises de télécommunications. Ces dernières en font désormais partie en raison du rôle important de ces sociétés au sein du secteur.

Canada

Pour les Profils de l'industrie :
 Direction générale
 des communications
 Industrie, Sciences
 et Technologie Canada
 235, rue Queen, bureau 704D
 OTTAWA (Ontario)
 K1A 0H5
 Tél. : (613) 954-4500
 Télécopieur : (613) 954-4499

Pour les autres publications d'ISTC :
 Direction générale
 des communications
 Industrie, Sciences
 et Technologie Canada
 235, rue Queen, bureau 216E
 OTTAWA (Ontario)
 K1A 0H5
 Tél. : (613) 954-5716
 Télécopieur : (613) 952-9620

Pour les publications d'AECCEC :
 InfoExport
 Edifice Lester B. Pearson
 125, promenade Sussex
 OTTAWA (Ontario)
 K1A 0G2
 Tél. : (613) 993-6435
 1-800-267-8376
 Télécopieur : (613) 996-9709

Pour obtenir une publication d'ISTC ou d'AECCEC, s'adresser au Centre de services aux entreprises ou au Centre de commerce international le plus proche. Pour en obtenir plusieurs exemplaires, s'adresser à :

Demandes de publications

Terre-Neuve
 Atlantic Place
 215, rue Water, bureau 504
 C.P. 8950
 ST. JOHN'S (Terre-Neuve)
 A1B 3R9
 Tél. : (709) 772-ISTC
 Télécopieur : (709) 772-5093

Ile-du-Prince-Édouard
 Confédération Court Mail
 National Bank Tower
 134, rue Kent, bureau 400
 C.P. 1115
 CHARLOTTETOWN
 (Ile-du-Prince-Édouard)
 C1A 7M8
 Tél. : (902) 566-7400
 Télécopieur : (902) 566-7450

Nouvelle-Écosse
 Central Guaranty Trust Tower
 1801, rue Hollis, 5^e étage
 C.P. 940, succursale M
 HALIFAX (Nouvelle-Écosse)
 B3J 2V9
 Tél. : (902) 426-ISTC
 Télécopieur : (902) 426-2624

Manitoba
 Newport Centre
 330, avenue Portage, 8^e étage
 C.P. 981
 WINNIPEG (Manitoba)
 R3C 2V2
 Tél. : (204) 983-ISTC
 Télécopieur : (204) 983-2187

Ontario
 Dominion Public Building
 1, rue Front ouest, 4^e étage
 TORONTO (Ontario)
 M5J 1A4
 Tél. : (416) 973-ISTC
 Télécopieur : (416) 973-8714

Québec
 800, Tour de la place Victoria,
 bureau 3800
 C.P. 247
 MONTRÉAL (Québec)
 H4Z 1E8
 Tél. : (514) 283-8185
 1-800-361-5367
 Télécopieur : (514) 283-3302

Nouveau-Brunswick
 Place Assomption
 770, rue Main, 12^e étage
 C.P. 1210
 MONCTON (Nouveau-Brunswick)
 E1C 8P9
 Tél. : (506) 857-ISTC
 Télécopieur : (506) 851-2384

Saskatchewan
 S.J. Cohen Building
 119, 4^e Avenue sud, bureau 401
 SASKATOON (Saskatchewan)
 S7K 5X2
 Tél. : (306) 975-4400
 Télécopieur : (306) 975-5334

Alberta
 Place du Canada
 9700, avenue Jasper,
 bureau 540
 EDMONTON (Alberta)
 T5J 4C3
 Tél. : (403) 495-ISTC
 Télécopieur : (403) 495-4507

Colombie-Britannique
 Scotia Tower
 650, rue Georgia ouest,
 bureau 900
 C.P. 11610
 VANCOUVER
 (Colombie-Britannique)
 V6B 5H8
 Tél. : (604) 666-0266
 Télécopieur : (604) 666-0277

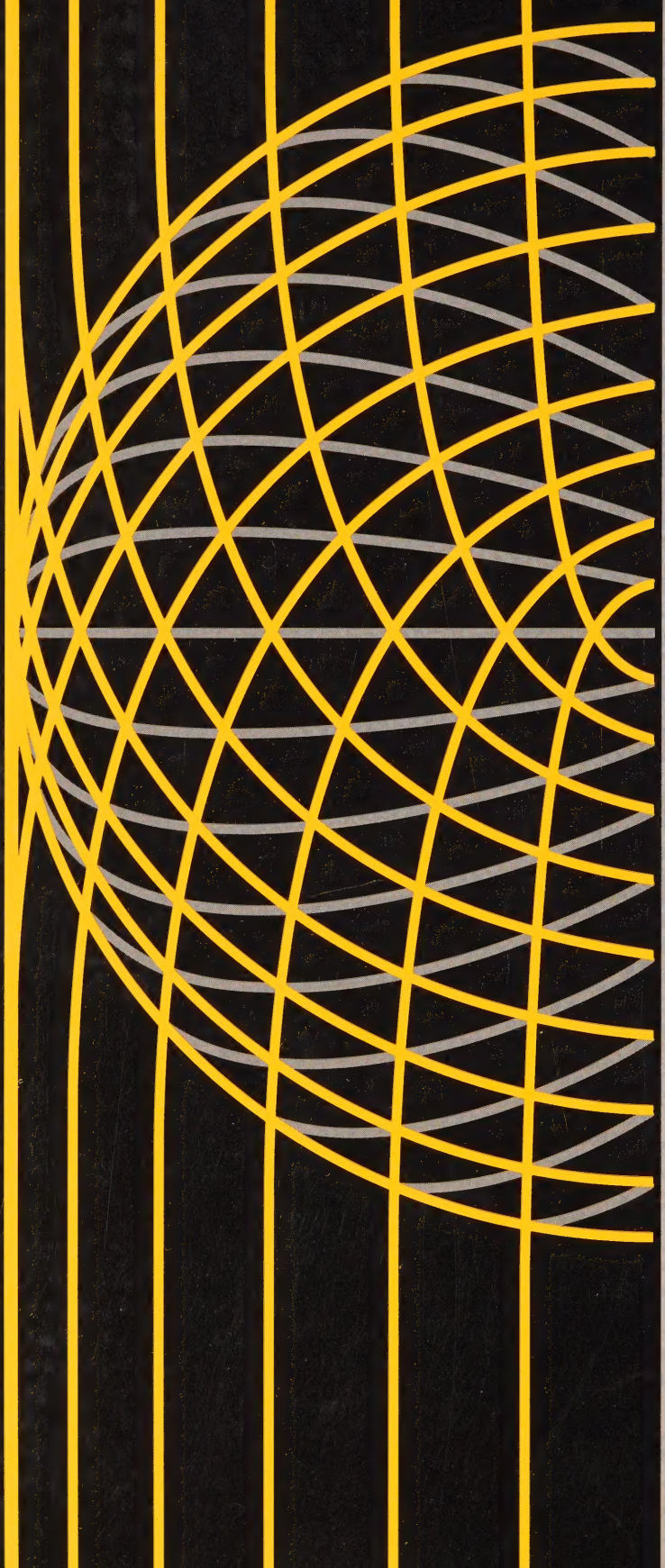
Administration centrale d'AECCEC
 InfoExport
 Edifice Lester B. Pearson
 125, promenade Sussex
 OTTAWA (Ontario)
 K1A 0G2
 Tél. : (613) 993-6435
 1-800-267-8376
 Télécopieur : (613) 996-9709

Administration centrale d'ISTC
 Edifice C.D. Howe
 235, rue Queen
 1^{er} étage, Tour est
 OTTAWA (Ontario)
 K1A 0H5
 Tél. : (613) 952-ISTC
 Télécopieur : (613) 957-7942

Territoires du Nord-Ouest
 Precambrian Building
 10^e étage
 Sac postal 6100
 YELLOWKNIFE
 (Territoires du Nord-Ouest)
 X1A 2R3
 Tél. : (403) 920-8568
 Télécopieur : (403) 873-6228

Yukon
 300, rue Main, bureau 210
 WHITEHORSE (Yukon)
 Y1A 2B5
 Tél. : (403) 667-3921
 Télécopieur : (403) 668-5003

Centres de services aux entreprises et Centres de commerce international
 Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC), et Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada (AECCEC) ont mis sur pied des centres d'information dans les bureaux régionaux de tout le pays. Ces centres permettent à la clientèle de se renseigner sur les services, les programmes et les compétences relevant de ces deux ministères. Pour obtenir plus de renseignements, s'adresser à l'un des bureaux énumérés ci-dessous :



Microélectronique